

УДК 630.52:587/588

Соиск. А.А. Побединский
Рук. С.П. Санников, В.В. Побединский
УГЛТУ, Екатеринбург

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

В 2017 г. нами были проведены исследования перспектив мониторинга леса радиочастотным способом. Полученные результаты исследований могут быть доведены до практики путем реализации их в следующих основных направлениях: в качестве научно обоснованных значений параметров системы радиочастотного мониторинга, в качестве методики проектирования в инженерной практике, в качестве алгоритма и компьютерной программы проектирования. Если первое направление не требует особых пояснений, хотя имеются особенности, которые следует осветить отдельно, то два последних направления требуют проработки и пояснения.

Первым современным обобщенным опытом проектирования систем явилось «Руководство к своду знаний по управлению проектами» (Руководство РМВОК), разработанное в 60-е годы фирмой Project Management Institute после публикаций нескольких докладов и дискуссий на эту тему [1]. В настоящее время «Руководство» приобрело статус мирового стандарта по управлению проектами, хотя многие страны разработали свои национальные стандарты, впрочем, во многом похожие на РМВОК, в том числе и в России. В стандарте выделены следующие процессы: инициация, планирование, организация и контроль (исполнение), мониторинг и управление, завершение. Предпосылки к разработке автоматической системы мониторинга наблюдений были опубликованы М. Драмlichem ещё в 1982 году [2]. Основные принципы проектирования сформулированы Н.П. Петровой в методике по проектированию систем экологического мониторинга [3].

При выполнении исследований радиочастотного мониторинга нами были созданы модели, реализованные в компьютерных программах. Они разрабатывались в порядке, предусмотренном общей методикой и для исследовательских целей. Для использования в инженерной практике результаты требуется представить в более конкретизированном методически правильном виде, а обособленные компьютерные программы объединить в соответствующем алгоритме и программе с конкретной целью – проектирование систем радиочастотного мониторинга.

Для оценки положительного эффекта в проектировании и на практике лесопользования следует сделать на основе современных методик и нормативов экономические расчеты.

Таким образом, определились задачи, решение которых позволит обеспечить внедрение результатов исследований в практику:

- 1) разработка методики проектирования;
- 2) разработка алгоритма проектирования;
- 3) разработка программы для расчетов параметров системы мониторинга.

Изначально определяются исходные данные, технологические и конструктивные параметры. Поэтому важно оптимально сформулировать техническое задание. Разработка технического задания на систему мониторинга в первую очередь предусматривает определение исходных технических требований к системе. Следует определить основное назначение системы, которая может быть предназначена для следующего мониторинга:

- лесопожарного;
- лесопатологического;
- сырьевых потоков;
- лесных ресурсов и земель лесного фонда;
- малоосвоенных лесов;
- состояния лесов в рамках международных программ и соглашений;
- таксационного;
- экологического.

По функциональному назначению система может выполнять следующие задачи:

- определение количества деревьев и их пород;
- определение прироста древостоя по его диаметру и высоте;
- определение общей фитомассы древостоя;
- определение температуры, влажности и др. параметров;
- определение вида лесного пожара.

При определении площади охраняемого лесного массива можно воспользоваться существующими планами (картами) или современными способами космических технологий. Для этого прекрасно подойдет GPS-, ГЛОНАС- навигаторы по определению координат дерева на карте. В зависимости от района размещения проектируемой системы мониторинга леса точность лежит в пределах от нескольких сантиметров до трех метров. Это зависит от количества спутников приема и передачи сигналов GPS. Максимальное значение точности определения координат для лесных массивов спелой древесины вполне достаточно, для массивов с молодняком точность недостаточна. В этом случае можно воспользоваться комбинированным способом, например, определить несколько раз координаты квартального столба. Затем исходные координаты надо определить по среднестатистическим данным. Приняв исходные координаты за начальные, можно определить координаты деревьев с помощью нивелира и дальномера.

После разработки топографии системы определяют тип системы и перечень комплектующих элементов. Важным параметром системы является мощность радиочастотных датчиков и устройств сбора данных. Мощность излучения устройств определяют по формуле [4]

$$D_{\max} = k_{\alpha} \sqrt[4]{\frac{P_{\text{изл}} G_A S_A S_{\text{ц}}}{(4\pi)^2 P_{\text{пор. min}}} e^{-0,115\delta D}},$$

где D_{\max} – максимальная дальность излучения,

$P_{\text{изл}}$ – мощность излучения,

G_A – коэффициент направленного действия антенны,

S_A – эффективная отражающая поверхность антенны,

$S_{\text{ц}}$ – эффективная площадь рассеяния цели,

$P_{\text{пор. min}}$ – минимальная пороговая мощность сигнала приемного устройства,

k_{α} – коэффициент уменьшения дальности, вызванный потерями в высокочастотном тракте передатчик – антенна, антенна – приемник, потерями, учитывающими влияние диаграммы направленности антенны при сборе данных,

δ – потери в дБ/км при распространении электромагнитной энергии:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3.$$

Здесь δ_1 – потери в дожде,

δ_2 – потери в кислороде воздуха,

δ_3 – потери в тумане.

Минимальный пороговый сигнал зависит от множества параметров:

$$P_{\text{пор. min}} = k T_0 k_{\text{ш}} k_p \Delta f.$$

Здесь k – постоянная Больцмана; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/град;

T_0 – абсолютная температура; $T_0 = 300$ °K;

$k_p = 0,5q \prod_{i=1}^n \alpha_i$ – коэффициент различимости, учитывающий потери α_i в отдельных трактах прохождения сигнала;

$k_{\text{ш}}$ – коэффициент шума сигнала;

Δf – полоса пропускания сигнала, $q = P_{\text{с}}/P_{\text{ш}}$ – отношение сигнал/шум по мощности.

Обычно принимают $\Delta f = 1/\tau_{\text{и}}$. При меньшем значении полосы Δf уменьшается мощность шумов, но уменьшается и сигнал, так что выигрыша в $P_{\text{пор min}}$ не происходит. При расширении полосы энергия сигнала остается прежней, а шумы возрастают, отсюда и ухудшение $P_{\text{пор min}}$ (пороговый сигнал увеличивается).

Расчет необходим для определения схемы расположения сканирующих устройств на охраняемой территории леса.

Оценка максимального количества информации в сообщениях системы проводится методом расчета величины диэлектрической проницаемости лесной среды по величине падения мощности радиочастотного сигнала.

Таким образом, предложенная методика позволяет определить необходимое количество устройств в лесном массиве по расстоянию между ними при устойчивом приеме данных.

Библиографический список

1. Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004: Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). 5-е изд. Project Management Institute, 2013. – 614 с. URL: http://pm-files.com/sites/default/files/file/C/C-1/C-1-1/pmbok_5th_2013_rus.pdf
2. Драмлич М., Иованович–Курепа М. Автоматическая мониторинг-система наблюдения за загрязнением атмосферы воздушных бассейнов. М., 1982. – 14 с.
3. Петрова Н.П., Попов Н.С., Лузгачев В.А. К методике проектирования систем экологического мониторинга / Вестник ТГУ, т. 19, вып. 5. 2014. – С. 1712–1716.
4. Васин В.В., Степанов Б.М. Задачник по радиолокации. М.: Советское радио, 1977. – 321 с.

УДК 630.52:587/588

Студ. А.С. Рябов
Рук. С.П. Санников
УГЛТУ, Екатеринбург

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТВОЛА ДЕРЕВА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Определение параметров дерева – это важнейшая задача лесоводов и лесозаготовителей, без этого невозможно эффективно управлять лесом. Способы измерения параметров используются различные, их много, и каждый не является абсолютно безупречным, так как содержит недостатки в организационном и технологическом плане.

Мы предлагаем технические средства измерения, которые позволят оперативно получать информацию с параметрами конкретного дерева. Для этого необходимы стационарные измерительные дендрометры, например такие, как в патентах [1, 2]. Дендрометры, предлагаемые рынком западных стран различных производителей (Австрии, Германии, Канады и пр.), не свободны от недостатков, например, ограничен диапазон измерения